(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-9130
(P2006-9130A)
(43)公開日　平成18年1月12日(2006.1.12)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C23C 18/18	(2006.01)	C23C	18/18		4K022
H01L 21/288	(2006.01)	H01L	21/288	E	4M104
H01L 21/3205	(2006.01)	H01L	21/88	A	5F033
H01L 23/52	(2006.01)	H01L	21/88	R	

審査請求 未請求　請求項の数 19　ＯＬ　（全 25 頁）

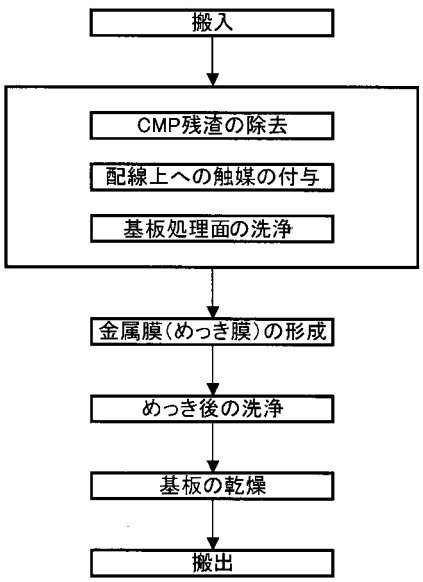
(21)出願番号　特願2004-192060 (P2004-192060)
(22)出願日　平成16年6月29日 (2004.6.29)

(71)出願人　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人　100091498
弁理士　渡邊　勇
(74)代理人　100092406
弁理士　堀田　信太郎
(74)代理人　100093942
弁理士　小杉　良二
(74)代理人　100109896
弁理士　森　友宏
(74)代理人　100118500
弁理士　廣澤　哲也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板処理方法及び装置

(57)【要約】
【課題】　例えば配線等の下地金属の内部にボイドを発生させることなく、下地金属の露出表面に無電解めっきによって金属膜を確実に形成でき、しかも、スループットを向上させることができるようにする。
【解決手段】　下地金属を形成した基板の表面に無電解めっきにより金属膜を形成するに際し、基板の表面を、カルボキシル基を有する有機酸またはその塩の水溶液に界面活性剤を添加した洗浄液で洗浄し、洗浄後の基板の表面を、金属触媒イオンを含む溶液に前記洗浄液を混合した処理液に接触させて基板の表面に触媒を付与する。
【選択図】　図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
下地金属を形成した基板の表面に無電解めっきにより金属膜を形成するに際し、
基板の表面を、カルボキシル基を有する有機酸またはその塩の水溶液に界面活性剤を添加した洗浄液で洗浄し、
洗浄後の基板の表面を、金属触媒イオンを含む溶液に前記洗浄液を混合した処理液に接触させて基板の表面に触媒を付与することを特徴とする基板処理方法。
【請求項２】
前記下地金属は、基板の表面に設けた凹部内に埋込んだ配線材料の表面をＣＭＰで平坦化して形成した埋込み配線であることを特徴とする請求項１記載の基板処理方法。
【請求項３】
前記金属触媒イオンはパラジウムイオンで、金属触媒イオンを含む溶液は、パラジウム塩を無機酸または有機酸の水溶液に溶かしたものであることを特徴とする請求項１または２記載の基板処理方法。
【請求項４】
前記カルボキシル基を有する有機酸は、クエン酸、シュウ酸、リンゴ酸、マレイン酸、酒石酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、コハク酸、マロン酸、フマル酸またはフタル酸、またはこれらの有機塩であることを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の基板処理方法。
【請求項５】
前記洗浄液は、カルボキシル基以外の基を有する第２キレート剤を更に有することを特徴とする請求項１乃至４のいずれかに記載の基板処理方法。
【請求項６】
前記第２キレート剤は、アミノポリカルボン酸類、ホスホン酸類、縮合リン酸類、ジケトン類、アミン類、ハロゲン化物イオン、シアン化物イオン、チオシアン酸イオン、チオ硫酸イオン及びアンモニウムイオンの少なくとも１種からなることを特徴とする請求項５記載の基板処理方法。
【請求項７】
前記第２キレート剤は、ポリアミノカルボン酸類またはメチレンホスホン酸類、またはそれらのアンモニウム塩であることを特徴とする請求項５記載の基板処理方法。
【請求項８】
前記界面活性剤は、イオン性長鎖アルキルエステル系の界面活性剤からなることを特徴とする請求項１乃至７のいずれかに記載の基板処理方法。
【請求項９】
金属触媒イオンを含む溶液に、カルボキシル基を有する有機酸及び界面活性剤を添加したことを特徴とする触媒処理液。
【請求項１０】
前記金属触媒イオンはパラジウムイオンで、金属触媒イオンを含む溶液は、パラジウム塩を無機酸または有機酸の水溶液に溶かしたものであることを特徴とする請求項９記載の触媒処理液。
【請求項１１】
前記カルボキシル基を有する有機酸は、クエン酸、シュウ酸、リンゴ酸、マレイン酸、酒石酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、コハク酸、マロン酸、フマル酸またはフタル酸、またはこれらの有機塩であることを特徴とする請求項９または１０記載の触媒処理液。
【請求項１２】
カルボキシル基以外の基を有する第２キレート剤を更に有することを特徴とする請求項９乃至１１のいずれかに記載の触媒処理液。
【請求項１３】
前記第２キレート剤は、アミノポリカルボン酸類、ホスホン酸類、縮合リン酸類、ジケ

トン類、アミン類、ハロゲン化物イオン、シアン化物イオン、チオシアン酸イオン、チオ硫酸イオン及びアンモニウムイオンの少なくとも１種からなることを特徴とする請求項１２記載の触媒処理液。

【請求項１４】

前記第２キレート剤は、ポリアミノカルボン酸類またはメチレンホスホン酸類、またはそれらのアンモニウム塩であることを特徴とする請求項１２記載の触媒処理液。

【請求項１５】

前記界面活性剤は、イオン性長鎖アルキルエステル系の界面活性剤からなることを特徴とする請求項９乃至１４のいずれかに記載の触媒処理液。

【請求項１６】

酸性であることを特徴とする請求項９乃至１５のいずれかに記載の触媒処理液。

【請求項１７】

下地金属を形成した基板の表面を、カルボキシル基を有する有機酸の水溶液に界面活性剤を添加した洗浄液で洗浄する洗浄ユニットと、

洗浄後の基板の表面を、金属触媒イオンを含む溶液に前記洗浄液を混合した処理液に接触させて基板の表面に触媒を付与する触媒付与ユニットと、

洗浄後の基板の表面に金属膜を形成する無電解めっきユニットと、めっき処理後基板を洗浄および乾燥するユニットを有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項１８】

基板の表面に設けた凹部内に埋込んだ配線材料の表面を研磨し平坦化するＣＭＰユニットを更に有することを特徴とする請求項１７記載の基板処理装置。

【請求項１９】

前記洗浄ユニット及び触媒付与ユニットを一つのユニットに統合したことを特徴とする請求項１７または１８記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、基板処理方法及び装置に係り、特に半導体ウエハ等の基板の表面に設けた配線用の微細な凹部に、銅や銀等の導電体を埋込んで構成する埋込み配線の底面及び側面、または露出表面に、配線材料の層間絶縁膜中への熱的拡散を防止する機能あるいは配線と層間絶縁膜の密着性を向上させる機能を有する導電膜や、配線を覆う磁性膜等の保護膜を無電解めっきで形成するのに使用される基板処理方法及び基板処理装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

半導体装置の配線形成プロセスとして、配線溝及びコンタクトホールに金属（導電体）を埋込むようにしたプロセス（いわゆる、ダマシンプロセス）が使用されつつある。これは、層間絶縁膜に予め形成した配線溝やコンタクトホールに、アルミニウム、近年では銅や銀等の金属を埋込んだ後、余分な金属を化学的機械研磨（ＣＭＰ）によって除去し平坦化するプロセス技術である。

【０００３】

従来この種の配線、例えば配線材料として銅を使用した銅配線にあっては、信頼性向上のため、層間絶縁膜への配線（銅）の熱的拡散を防止しかつエレクトロマイグレーション耐性を向上させるためのバリア膜を配線の底面及び側面に形成したり、その後絶縁膜（酸化膜）を積層して多層配線構造の半導体装置を作る場合の酸化性雰囲気における配線（銅）の酸化を防止したりするため酸化防止膜を形成するなどの方法が採用されている。従来、この種のバリア膜としては、タンタル、チタンまたはタングステンなどの金属あるいはその窒化物が一般に採用されており、また酸化防止膜としては、シリコンの窒化物などが一般に採用されていた。

【０００４】

これに変わるものとして、最近になってコバルト合金やニッケル合金等からなる配線保

護膜で埋込み配線の底面及び側面、または露出表面を選択的に覆って、配線の熱拡散、エレクトロマイグレーション及び酸化を防止することが検討されている。また、不揮発磁気メモリにおいては、微細化に伴う書込み電流の増加を抑制するため、記録用配線の周囲をコバルト合金やニッケル合金等の磁性膜で覆うことが考えられている。このコバルト合金やニッケル合金等は、例えば無電解めっきによって得られる。

【０００５】

図１は、半導体装置における銅配線形成例を工程順に示すもので、先ず、図１（ａ）に示すように、半導体素子を形成した半導体基材１上の導電層１ａの上に、例えばSiO_2からなる酸化膜やＬｏｗ－ｋ材膜等の絶縁膜（層間絶縁膜）２を堆積し、この絶縁膜２の内部に、例えばリソグラフィ・エッチング技術により、配線用の微細凹部としてのコンタクトホール３と配線溝４を形成し、その上にＴａＮ等からなるバリア層５、更にその上に電解めっきの給電層としてのシード層６をスパッタリング等により形成する。

【０００６】

そして、図１（ｂ）に示すように、基板Ｗの表面に銅めっきを施すことで、基板Ｗのコンタクトホール３及び配線溝４内に銅を充填させるとともに、絶縁膜２上に銅層７を堆積させる。その後、化学的機械研磨（ＣＭＰ）などにより、絶縁膜２上のバリア層５，シード層６及び銅層７を除去して、コンタクトホール３及び配線溝４内に充填させた銅層７の表面と絶縁膜２の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図１（ｃ）に示すように、絶縁膜２の内部にシード層６と銅層７からなる配線（銅配線）８を形成する。

【０００７】

次に、図１（ｄ）に示すように、基板Ｗの表面に無電解めっきを施して、配線８の表面に、例えばＣｏＷＰ合金からなる配線保護膜（蓋材）９を選択的に形成し、これによって、配線８の表面を配線保護膜９で覆って保護する。

【０００８】

一般的な無電解めっきによって、このようなＣｏＷＰ合金膜からなる配線保護膜（蓋材）９を配線８の表面に選択的に形成する工程を説明する。先ず、ＣＭＰ処理を施した半導体ウエハ等の基板Ｗを、例えば常温の希硫酸中に１分程度浸漬させて、絶縁膜２の表面に残った銅等のＣＭＰ残渣や配線上の酸化膜等を除去する。そして、基板Ｗの表面を純水等の洗浄液で洗浄した後、例えば常温の$PdSO_4$／H_2SO_4または$PdCl_2$／ＨＣｌ混合溶液中に基板Ｗを１分間程度浸漬させ、これにより、配線８の表面に触媒としてのＰｄを付着させて配線８の露出表面を活性化させる。

【０００９】

次に、基板Ｗの表面を純水等で洗浄（リンス）した後、例えば液温が８０℃のＣｏＷＰめっき液中に基板Ｗを１２０秒程度浸漬させて、活性化させた配線８の表面に選択的な無電解めっきを施し、しかる後、基板Ｗの表面を純水等の洗浄液で洗浄して乾燥する。これによって、配線８の露出表面に、ＣｏＷＰ合金膜からなる配線保護膜９を選択的に形成して配線８を保護する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

前述のＰｄ等の触媒付与は、原理的に配線（下地金属）のエッチングによって放出される電子（e^-）を反応の駆動力としており、一般的な「置換めっき」によって行われる。このため、触媒付与の際に、下地金属である配線の、特に脆弱な結晶粒界や配線とバリア層との界面が触媒処理液によって過剰にエッチングされ、この配線の過剰エッチングによって配線中にボイドが発生し、配線の信頼性の低下や配線抵抗の上昇を招く場合があった。

【００１１】

つまり、例えば$PdSO_4$／H_2SO_4混合溶液中に基板を浸漬させて、基板表面の、例えば銅からなる配線の表面に、触媒としてのＰｄを担持させたＰｄ触媒層を形成すると、下記の式（２），（３）に示すように、銅がエッチングされて電子が放出され、この電

子を受けてＰｄ触媒層が形成される。このため、特に脆弱な銅の結晶粒界や配線とバリア層との界面に沿って、銅が過剰にエッチングされてしまう。

$$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^{-} \quad (2)$$

$$Pd^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Pd \quad (3)$$

【００１２】

また、ＣＭＰ処理後から、配線の表面を配線保護膜で保護するまでの時間が長くなると、ＣＭＰ処理した後の配線の表面状態が変化し、無電解めっきに先だって行われる基板のめっき前処理に悪影響を与えてしまう。更に、ＣＭＰの後処理と無電解めっきの前処理とを異なる装置で別々に行うと、類似した工程を重複して行うこととなり、処理効率の低下に繋がってしまう。

【００１３】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、例えば配線等の下地金属の内部にボイドを発生させることなく、下地金属の露出表面に無電解めっきによって金属膜を確実に形成でき、しかも、スループットを向上させることができるようにした基板処理方法及び装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

請求項１に記載の発明は、下地金属を形成した基板の表面に無電解めっきにより金属膜を形成するに際し、基板の表面を、カルボキシル基を有する有機酸またはその塩の水溶液に界面活性剤を添加した洗浄液で洗浄し、洗浄後の基板の表面を、金属触媒イオンを含む溶液に前記洗浄液を混合した処理液に接触させて基板の表面に触媒を付与することを特徴とする基板処理方法である。

【００１５】

このように、例えばＰｄイオン等の金属触媒イオンの他に、キレート剤としてカルボキシル基を有する有機酸を含む処理液（触媒処理液）で触媒付与処理を行うことで、例えばＰｄイオンに比べてサイズが大きいＰｄ錯体を形成し、例えば配線を形成する銅の結晶粒界や配線とバリア層との間等の隙間にＰｄ錯体が入り難くして、特に脆弱な銅の結晶粒界や配線とバリア層との界面等に沿って銅等が局部的に過剰にエッチングされてしまうことを防止することができる。しかも、触媒付与に際して、例えば銅等の配線材料との錯体を形成し、その錯体を配線表面や銅の結晶粒界、配線とバリア層との間等の隙間に付着させることで、この錯体に保護膜の役割を果たさせることができる。これによって、銅等からなる配線の内部にボイドが発生することを防止して、配線抵抗の上昇を抑えることができる。

【００１６】

また、金属触媒イオンの他に、カルボキシル基を有する有機酸（キレート剤）と界面活性剤を含有することで、処理液（触媒処理液）の性状を安定させて、処理液の循環させた使用が可能となる。つまり、前述のように、例えばキレート剤で安定なＰｄ錯体を形成し、しかも、界面活性剤でＰｄ錯体間の表面張力を小さく抑えて、Ｐｄ錯体が互い合体する確率を低くして、Ｐｄ錯体が互いに合体し微粒子になって沈殿したり、絶縁膜等に付着したりすることを抑えることができる。更に、界面活性剤で処理液の表面張力を減らし、例えばＰｄ錯体が配線表面に接近するチャンスを増やして、銅からなる配線表面にＰｄを有効に置換させることができる。

【００１７】

請求項２に記載の発明は、前記下地金属は、基板の表面に設けた凹部内に埋込んだ配線材料の表面をＣＭＰで平坦化して形成した埋込み配線であることを特徴とする請求項１記載の基板処理方法である。

これにより、埋込み配線の露出表面に、配線抵抗の上昇を抑えつつ、金属膜（配線保護膜）を選択的に形成して該配線を保護することができる。

【００１８】

請求項３に記載の発明は、前記金属触媒イオンはパラジウムイオンで、金属触媒イオン

を含む溶液は、パラジウム塩を無機酸または有機酸の水溶液に溶かしたものであることを特徴とする請求項１または２記載の基板処理方法である。

金属触媒イオンとしては、Ｓｎイオン、Ａｇイオン、Ｐｔイオン等、様々な物質があるが、反応速度、その他制御のし易さ等から、Ｐｄイオンを使用することが好ましい。

【００１９】

触媒を付与する方式としては、例えば（１）処理槽内に保持した処理液中に基板を浸漬させる、（２）基板を回転させながら、スプレーノズルから加圧した処理液を基板に向けて噴射する、（３）表面（被処理面）を上向きして保持した基板を回転させながら、ノズルから処理液を基板に向けて噴射する、（４）例えば、基板上方に配置したノズルから処理液を供給したり、ロール内部から処理液を染み出させたりして、処理液で濡らした基板を回転させながら、多孔質材からなるロールを基板表面に接触させる、（５）処理槽内に流動させながら保持した処理液中に基板を浸漬させる等、任意の方式が採用される。

【００２０】

請求項４に記載の発明は、前記カルボキシル基を有する有機酸は、クエン酸、シュウ酸、リンゴ酸、マレイン酸、酒石酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、コハク酸、マロン酸、フマル酸またはフタル酸、またはこれらの有機塩であることを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の基板処理方法である。

【００２１】

請求項５に記載の発明は、前記洗浄液は、カルボキシル基以外の基を有する第２キレート剤を更に有することを特徴とする請求項１乃至４のいずれかに記載の基板処理方法である。

【００２２】

請求項６に記載の発明は、前記第２キレート剤は、アミノポリカルボン酸類、ホスホン酸類、縮合リン酸類、ジケトン類、アミン類、ハロゲン化物イオン、シアン化物イオン、チオシアン酸イオン、チオ硫酸イオン及びアンモニウムイオンの少なくとも１種からなることを特徴とする請求項５記載の基板処理方法である。

【００２３】

請求項７に記載の発明は、前記第２キレート剤は、ポリアミノカルボン酸類またはメチレンホスホン酸類、またはそれらのアンモニウム塩であることを特徴とする請求項５記載の基板処理方法である。

ポリアミノカルボン酸類としては、ニトリロトリ酢酸（ＮＴＡ）、ジエチレントリアミンペンタ酢酸（ＤＴＰＡ）、エチレンジアミン四酢酸（ＥＤＴＡ）、トランス－１，２－シクロヘキサンジアミン四酢酸（ＣｙＤＴＡ）またはＮ－（２－ヒドロキシエチル）エチレンジアミン－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリ酢酸（ＥＤＴＡ－ＯＨ）、またはこれらを含む化合物が挙げられる。

メチレンホスホン酸類としては、エチレンジアミンテトラキスまたはこれらを含む化合物が挙げられる。

【００２４】

請求項８に記載の発明は、前記界面活性剤は、イオン性長鎖アルキルエステル系の界面活性剤からなることを特徴とする請求項１乃至７のいずれかに記載の基板処理方法である。

その他の界面活性剤としては、硫酸エステル、例えば$C_9H_{19}PhO(CH_2CH_2O)_4SO_3H$、$C_{12}H_{25}O(CH_2CH_2O)_2SO_3H$、$C_{12}H_{25}O(CH_2CH_2O)_4SO_3H$またはこれらのアンモニウム塩、硫酸エステル第一、第二、もしくは第三アミン塩、例えば$C_8H_{17}N(CH_3)_3Br$、$C_{12}H_{25}N(CH_3)_2Br$が挙げられる。

【００２５】

請求項９に記載の発明は、金属触媒イオンを含む溶液に、カルボキシル基を有する有機酸及び界面活性剤を添加したことを特徴とする触媒処理液である。

請求項１０に記載の発明は、前記金属触媒イオンはパラジウムイオンで、金属触媒イオンを含む溶液は、パラジウム塩を無機酸または有機酸の水溶液に溶かしたものであること

を特徴とする請求項９記載の触媒処理液である。
【００２６】
請求項１１に記載の発明は、前記カルボキシル基を有する有機酸は、クエン酸、シュウ酸、リンゴ酸、マレイン酸、酒石酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、コハク酸、マロン酸、フマル酸またはフタル酸、またはこれらの有機塩であることを特徴とする請求項９または１０記載の触媒処理液である。
請求項１２に記載の発明は、カルボキシル基以外の基を有する第２キレート剤を更に有することを特徴とする請求項９乃至１１のいずれかに記載の触媒処理液である。
【００２７】
請求項１３に記載の発明は、前記第２キレート剤は、アミノポリカルボン酸類、ホスホン酸類、縮合リン酸類、ジケトン類、アミン類、ハロゲン化物イオン、シアン化物イオン、チオシアン酸イオン、チオ硫酸イオン及びアンモニウムイオンの少なくとも１種からなることを特徴とする請求項１２記載の触媒処理液である。
請求項１４に記載の発明は、前記第２キレート剤は、ポリアミノカルボン酸類またはメチレンホスホン酸類、またはそれらのアンモニウム塩であることを特徴とする請求項１２記載の触媒処理液である。
【００２８】
請求項１５に記載の発明は、前記界面活性剤は、イオン性長鎖アルキルエステル系の界面活性剤からなることを特徴とする請求項９乃至１４のいずれかに記載の触媒処理液である。
請求項１６に記載の発明は、酸性であることを特徴とする請求項９乃至１５のいずれかに記載の触媒処理液である。
【００２９】
請求項１７に記載の発明は、下地金属を形成した基板の表面を、カルボキシル基を有する有機酸の水溶液に界面活性剤を添加した洗浄液で洗浄する洗浄ユニットと、洗浄後の基板の表面を、金属触媒イオンを含む溶液に前記洗浄液を混合した処理液に接触させて基板の表面に触媒を付与する触媒付与ユニットと、洗浄後の基板の表面に金属膜を形成する無電解めっきユニットと、めっき処理後基板を洗浄および乾燥するユニットを有することを特徴とする基板処理装置である。
【００３０】
請求項１８に記載の発明は、基板の表面に設けた凹部内に埋込んだ配線材料の表面を研磨し平坦化するＣＭＰユニットを更に有することを特徴とする請求項１７記載の基板処理装置である。
このように、ＣＭＰユニット、触媒付与ユニット及びと無電解めっきユニットを同一の装置フレーム内に設置することで、各プロセスステップ間での配線等を形成する金属膜の膜質の管理を容易に行って、綜合的にスループットを向上させ、しかもフットプリントをより小さく抑えることができる。
【００３１】
請求項１９に記載の発明は、前記洗浄ユニット及び触媒付与ユニットを一つのユニットに統合したことを特徴とする請求項１７または１８記載の基板処理装置である。
洗浄ユニットで洗浄に使用する洗浄液を、触媒付与ユニットで触媒付与に使用する処理液の一つの主成分とすることで、クロスコンタミネーションの懸念を生じさせることなく、洗浄ユニットと触媒付与ユニットを一つのユニットに統合することができる。この統合したユニットを、例えばＣＭＰユニットと無電解めっきユニットを内部に設置した装置フレーム内に設置することで、ＣＭＰ後の後処理（洗浄）を行う後処理ユニット（洗浄ユニット）を省くことができる。また、この統合したユニットを、例えばＣＭＰ装置内に設置することで、無電解めっき装置内にめっき工程以後のユニットのみを設置するようにすることができる。
【発明の効果】
【００３２】

本発明によれば、例えば特に脆弱な結晶粒界や配線とバリア層の界面等に沿って銅等が局部的に過剰にエッチングされてしまうことを防止して、配線（下地金属）の露出表面に金属膜（配線保護膜）を無電解めっきで確実に形成することができる。これによって、例えば、埋込み配線構造を有する半導体装置の配線の表面を、配線の信頼性の低下や配線の抵抗の増加を招くことなく、配線保護膜で選択的に覆って保護することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３３】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。なお、以下の例では、図１に示すように、金属下地としての配線８の露出表面を、ＣｏＷＰ合金からなる配線保護膜（蓋材）９で選択的に覆って、配線（金属下地）８を配線保護膜（合金膜）９で保護するようにした例を示す。なお、例えば銅や銀の表面に、Ｃｏ合金膜やＮｉ合金膜等の金属膜（めっき膜）を成膜して、銅や銀等の表面を金属膜で被覆するようにした例に適用してもよいことは勿論である。

【００３４】

図２は、本発明の実施の形態における基板処理装置の平面配置図を示す。図２に示すように、この基板処理装置には、図１（ｃ）の状態にあたる、表面に銅等からなる配線（下地金属）８を形成した半導体装置等の基板Ｗを収容した基板カセットを載置収容するロード・アンロードユニット１０が備えられている。そして、排気系統を備えた矩形状の装置フレーム１２の内部に、基板Ｗの表面を洗浄（ＣＭＰ後洗浄またはめっき前洗浄）する洗浄ユニットと、洗浄後の基板表面に、例えばＰｄ等の触媒を付与する触媒付与ユニットとを一つのユニットに統合した２基の統合ユニット（洗浄兼触媒付与ユニット）１４が配置されている。

【００３５】

装置フレーム１２の内部には、基板Ｗの表面（被処理面）に無電解めっきを行う２基の無電解めっきユニット１６、無電解めっき処理によって配線８の表面に形成された配線保護膜（合金膜）９（図１（ｄ）参照）の選択性を向上させるため、基板Ｗのめっき後処理を行うめっき後処理ユニット１８、後処理後の基板Ｗを乾燥させる乾燥ユニット２０及び仮置台２２が配置されている。更に、装置フレーム１２の内部には、ロード・アンロードユニット１０に搭載された基板カセットと仮置台２２との間で基板Ｗの受渡し行う第１基板搬送ロボット２４と、仮置台２２と各ユニット１４，１６，１８，２０との間で基板の受渡しを行う第２基板搬送ロボット２６が、それぞれ走行自在に配置されている。

【００３６】

次に、この基板処理装置による一連の基板処理（無電解めっき処理）について、図３を参照して説明する。

先ず、図１（ｃ）に示す、表面に配線８を形成し乾燥させた基板Ｗを、該基板Ｗの表面を上向き（フェースアップ）で収納してロード・アンロードユニット１０に搭載した基板カセットから、１枚の基板Ｗを第１基板搬送ロボット２４で取出し、仮置台２２に搬送してこの上に置く。そして、仮置台２２上の基板Ｗを第２基板搬送ロボット２６で統合ユニット１４に搬送する。この統合ユニット１４では、基板Ｗをフェースダウンで保持して、この表面に、先ず、基板のめっき前処理としての洗浄液（薬品）による洗浄処理を行う。

【００３７】

この洗浄液として、カルボキシル基を有する有機酸（第１キレート剤）の水溶液に、界面活性剤と、必要に応じてカルボキシル基以外の基を有する第２キレート剤を添加したものを使用する。

このカルボキシル基を有する有機酸（第１キレート剤）としては、例えばクエン酸、シュウ酸、リンゴ酸、マレイン酸、酒石酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、コハク酸、マロン酸、フマル酸またはフタル酸、またはこれらの有機塩が挙げられる。

【００３８】

第２キレート剤としては、例えばアミノポリカルボン酸類、ホスホン酸類、縮合リン酸類、ジケトン類、アミン類、ハロゲン化物イオン、シアン化物イオン、チオシアン酸イオ

ン、チオ硫酸イオンまたはアンモニウムイオンが挙げられる。
この第２キレート剤は、ポリアミノカルボン酸類またはメチレンホスホン酸類、またはそれらのアンモニウム塩であってもよい。ポリアミノカルボン酸類としては、ニトリロトリ酢酸（ＮＴＡ）、ジエチレントリアミンペンタ酢酸（ＤＴＰＡ）、エチレンジアミン四酢酸（ＥＤＴＡ）、トランス－１，２－シクロヘキサンジアミン四酢酸（ＣｙＤＴＡ）またはＮ－（２－ヒドロキシエチル）エチレンジアミン－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリ酢酸（ＥＤＴＡ－ＯＨ）、またはこれらを含む化合物が挙げられる。メチレンホスホン酸類としては、エチレンジアミンテトラキスまたはこれらを含む化合物が挙げられる。

【００３９】

界面活性剤は、イオン性長鎖アルキルエステル系の界面活性剤からなることが好ましい。その他の界面活性剤としては、硫酸エステル、例えば$C_9H_{19}PhO(CH_2CH_2O)_4SO_3H$、$C_{12}H_{25}O(CH_2CH_2O)_2SO_3H$、$C_{12}H_{25}O(CH_2CH_2O)_4SO_3H$またはこれらのアンモニウム塩、硫酸エステル第一、第二、もしくは第三アミン塩、例えば$C_8H_{17}N(CH_3)_3Br$、$C_{12}H_{25}N(CH_3)_2Br$が挙げられる。

【００４０】

この洗浄液を、例えば１分間、基板Ｗの表面に向けて噴射し、配線８上の酸化物等をエッチング除去して配線８の表面を活性化させ、同時に基板Ｗの表面に残ったＣＭＰ残渣を除去し、しかる後、基板Ｗの表面に残った洗浄液を、必要に応じて純水等のリンス液でリンス（洗浄）する。

【００４１】

次に、統合ユニット１４で基板Ｗをフェースダウンで保持したまま、この表面にＰｄ等の触媒を付与する触媒付与処理を連続して行う。つまり、金属触媒イオンを含む溶液、例えば、触媒金属供給源としての$PdSO_4$を、H_2SO_4等の無機酸の水溶液に溶かした溶液に、前述の洗浄に使用した洗浄液を混合して調整した処理液（触媒処理液）を、例えば１分間、基板Ｗの表面に向けて噴射し、これにより、配線８の表面に触媒としてのＰｄを付与する。つまり配線８の表面に触媒核（シード）としてのＰｄ核を形成して、配線８の表面配線の露出表面を活性化させる。しかる後、基板Ｗの表面に残った処理液を純水等のリンス液でリンス（洗浄）する。

【００４２】

このように、基板に触媒を付与する処理液として、金属触媒イオンの他に、カルボキシル基を有する有機酸（第１キレート剤）、界面活性剤及び必要に応じてカルボキシル基以外の基を有する第２キレート剤を添加した洗浄液を混合したものを使用することで、例えばＰｄイオンに比べてサイズが大きく、例えば図１（ｃ）に示す、配線８を形成する銅の結晶粒界や配線８とバリア層５との間等の隙間に入りにくいＰｄ錯体を形成することができる。これによって、特に脆弱な配線８を形成する銅の結晶粒界や配線８とバリア層５との界面に沿って銅等が局部的に過剰にエッチングされてしまうことを防止することができる。しかも、触媒付与に際して、例えば銅等の配線材料との錯体（銅錯体）を形成し、その錯体を配線８の表面や銅の結晶粒界、配線８とバリア層５との間等の隙間に付着させることで、この銅錯体に保護膜の役割を果たさせることができる。これによって、銅等からなる配線８の内部にボイドが発生することを防止して、配線抵抗の上昇を抑えることができる。

【００４３】

また、処理液（触媒処理液）の性状を安定させて、処理液の循環させた使用が可能となる。つまり、前述のように、例えばキレート剤で安定なＰｄ錯体を形成し、しかも、界面活性剤でＰｄ錯体間の表面張力を小さく抑えて、Ｐｄ錯体が互い合体する確率を低くして、Ｐｄ錯体が互いに合体し微粒子になって沈殿したり、絶縁膜等に付着したりすることを抑えることができる。更に、界面活性剤で処理液の表面張力を減らし、例えばＰｄ錯体が配線８の表面に接近するチャンスを増やして、銅からなる配線８の表面にＰｄを有効に置換させることができる。

【００４４】

触媒金属イオンとしては、この例におけるＰｄイオンの他に、Ｓｎイオン、Ａｇイオン、Ｐｔイオン、Ａｕイオン、Ｃｕイオン、ＣｏイオンまたはＮｉイオン等が使用される。反応速度、その他制御のし易さなどの点からＰｄイオンを使うことが特に好ましい。また、金属触媒イオンを溶かす水溶液としては、この例におけるH_2SO_4の他に、ＨＣｌ、HNO_3またはＨＦ等の無機酸や、カルボン酸やアルカンスルホン酸等の有機酸が使用される。

【００４５】

そして、この触媒を付与した基板Ｗの表面を純水などのリンス液でリンス（洗浄）した後、基板Ｗを第２基板搬送ロボット２６で無電解めっきユニット１６に搬送し、ここでこの表面に無電解めっき処理を施す。つまり、例えば、液温が８０℃のＣｏＷＰめっき液に基板Ｗの表面を、例えば１２０秒程度接液させて、触媒としてのＰｄを担持させた配線８の表面に選択的な無電解めっき（無電解ＣｏＷＰ蓋めっき）を施して、配線保護膜（蓋材）９を選択的に形成する。このめっき液の組成は、例えば以下の通りである。

【００４６】

・$CoSO_4 \cdot 7H_2O$：２３ｇ／Ｌ
・$Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$：１４５ｇ／Ｌ
・$(NH_4)_2SO_4$：３１ｇ／Ｌ
・$NaH_2PO_2 \cdot H_2O$：１８ｇ／Ｌ
・$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$：１０ｇ／Ｌ
・ｐＨ：８．８（ＮａＯＨ水溶液で調整）

【００４７】

そして、基板Ｗをめっき液から引き上げた後、ｐＨが６～７．５の中性液からなる停止液を基板Ｗの表面に接触させて、無電解めっき処理を停止させる。これにより、基板Ｗをめっき液から引き上げた直後にめっき反応を迅速に停止させて、めっき膜にめっきむらが発生することを防止する。この処理時間は、例えば１～５秒であることが好ましく、この停止液としては、純水、水素ガス溶解水、または電解カソード水が挙げられる。

【００４８】

しかる後、基板の表面に残っためっき液を純水等のリンス液でリンス（洗浄）する。これによって、配線８の表面に、ＣｏＷＰ合金膜からなる配線保護膜９を選択的に形成して配線８を保護する。

【００４９】

次に、この無電解めっき処理後の基板Ｗを第２基板搬送ロボット２６でめっき後処理ユニット１８に搬送し、ここで、基板Ｗの表面に形成された配線保護膜（金属膜）９の選択性を向上させて歩留りを高めるためのめっき後処理（後洗浄）を施す。つまり、基板Ｗの表面に、例えばロールスクラブ洗浄やペンシル洗浄による物理的な力を加えつつ、めっき後処理液（薬液）を基板Ｗの表面に供給し、これにより、層間絶縁膜２上に残っている金属微粒子等のめっき残留物を完全に除去して、めっきの選択性を向上させる。

【００５０】

そして、このめっき後処理後の基板Ｗを第２基板搬送ロボット２６で乾燥ユニット２０に搬送し、ここで必要に応じてリンス処理を行い、しかる後、基板Ｗを高速で回転させてスピン乾燥させる。

このスピン乾燥後の基板Ｗを、第２基板搬送ロボット２６で仮置台２２の上に置き、この仮置台２２の上に置かれた基板を、第１基板搬送ロボット２４でロード・アンロードユニット１０に搭載された基板カセットに戻す。

【００５１】

なお、上記の例では、配線材料として銅（Ｃｕ）を使用し、この銅からなる配線８の表面に、ＣｏＷＰ合金膜からなる配線保護膜９を選択的形成した例を示しているが、配線材料として、Ｃｕ合金、ＡｇまたはＡｇ合金を使用してもよく、また配線保護膜９として、ＣｏＷＢ、ＣｏＰ、ＣｏＢ、Ｃｏ合金、ＮｉＷＰ、ＮｉＷＢ、ＮｉＰ、ＮｉＢまたはＮｉ合金からなる膜を使用してもよい。

【００５２】
次に、図２に示す基板処理装置に備えられている各種ユニットの詳細を以下に説明する。
統合ユニット（洗浄兼触媒付与ユニット）１４は、異なる液体の混合を防ぐ２液分離方式を採用したもので、フェースダウンで搬送された基板Ｗの処理面（表面）である下面の周縁部をシールし、裏面側を押圧して基板Ｗを固定するようにしている。
【００５３】
この統合ユニット１４は、図４乃至図７に示すように、フレーム５０の上部に取付けた固定枠５２と、この固定枠５２に対して相対的に上下動する移動枠５４を備えており、この移動枠５４に、下方に開口した有底円筒状のハウジング部５６と基板ホルダ５８とを有する処理ヘッド６０が懸架支持されている。つまり、移動枠５４には、ヘッド回転用サーボモータ６２が取付けられ、このサーボモータ６２の下方に延びる出力軸（中空軸）６４の下端に処理ヘッド６０のハウジング部５６が連結されている。
【００５４】
この出力軸６４の内部には、図７に示すように、スプライン６６を介して該出力軸６４と一体に回転する鉛直軸６８が挿着され、この鉛直軸６８の下端に、ボールジョイント７０を介して処理ヘッド６０の基板ホルダ５８が連結されている。この基板ホルダ５８は、ハウジング部５６の内部に位置している。また鉛直軸６８の上端は、軸受７２及びブラケットを介して、移動枠５４に固定した固定リング昇降用シリンダ７４に連結されている。これにより、この昇降用シリンダ７４の作動に伴って、鉛直軸６８が出力軸６４とは独立に上下動するようになっている。
【００５５】
また、固定枠５２には、上下方向に延びて移動枠５４の昇降の案内となるリニアガイド７６が取付けられ、ヘッド昇降用シリンダ（図示せず）の作動に伴って、移動枠５４がリニアガイド７６を案内として昇降するようになっている。
【００５６】
処理ヘッド６０のハウジング部５６の周壁には、この内部に基板Ｗを挿入する基板挿入窓５６ａが設けられている。また、処理ヘッド６０のハウジング部５６の下部には、図８０及び図９に示すように、例えばＰＥＥＫ製のメインフレーム８０と、ガイドフレーム８２との間に周縁部を挟持されてシールリング８４ａが配置されている。このシールリング８４ａは、基板Ｗの下面の周縁部に当接し、ここをシールするためのものである。
【００５７】
一方、基板ホルダ５８の下面周縁部には、基板固定リング８６が固着され、この基板ホルダ５８の基板固定リング８６の内部に配置したスプリング８８の弾性力を介して、円柱状のプッシャ９０が基板固定リング８６の下面から下方に突出するようになっている。更に、基板ホルダ５８の上面とハウジング部５６の上壁部との間には、内部を気密的にシールする、例えばテフロン（登録商標）製で屈曲自在な円筒状の蛇腹板９２が配置されている。
【００５８】
これにより、基板ホルダ５８を上昇させた状態で、基板Ｗを基板挿入窓５６ａからハウジング部５６の内部に挿入する。すると、この基板Ｗは、ガイドフレーム８２の内周面に設けたテーパ面８２ａに案内され、位置決めされてシールリング８４ａの上面の所定の位置に載置される。この状態で、基板ホルダ５８を下降させ、この基板固定リング８６のプッシャ９０を基板Ｗの上面に接触させる。そして、基板ホルダ５８を更に下降させることで、基板Ｗをスプリング８８の弾性力で下方に押圧し、これによって基板Ｗの表面（下面）の周縁部にシールリング８４ａで圧接させて、ここをシールしつつ、基板Ｗをハウジング部５６と基板ホルダ５８との間で挟持して保持するようになっている。
【００５９】
なお、このように、基板Ｗを基板ホルダ５８で保持した状態で、ヘッド回転用サーボモータ６２を駆動すると、この出力軸６４と該出力軸６４の内部に挿着した鉛直軸６８がス

プライン６６を介して一体に回転し、これによって、ハウジング部５６と基板ホルダ５８も一体に回転する。

【００６０】

処理ヘッド６０の下方に位置して、該処理ヘッド６０の外径よりもやや大きい内径を有する上方に開口した、外槽１００ａと内槽１００ｂを有する処理槽１００が備えられている。処理槽１００の外周部には、蓋体１０２に取付けた一対の脚部１０４が回転自在に支承されている。更に、脚部１０４には、クランク１０６が一体に連結され、このクランク１０６の自由端は、蓋体移動用シリンダ１０８のロッド１１０に回転自在に連結されている。これにより、蓋体移動用シリンダ１０８の作動に伴って、蓋体１０２は、処理槽１００の上端開口部を覆う処理位置と、側方の待避位置との間を移動するように構成されている。この蓋体１０２の表面（上面）には、例えば純水を外方（上方）に向けて噴射する多数の噴射ノズル１１２ａを有するノズル板１１２が備えられている。

【００６１】

更に、図１０に示すように、処理槽１００の内槽１００ｂの内部には、薬液タンク１２０から薬液ポンプ１２２の駆動に伴って供給された薬液、つまり洗浄液または処理液（触媒処理液）を上方に向けて噴射する複数の噴射ノズル１２４ａを有するノズル板１２４が、該噴射ノズル１２４ａが内槽１００ｂの横断面の全面に亘ってより均等に分布した状態で配置されている。この内槽１００ｂの底面には、薬液（排液）を外部に排出する排水管１２６が接続されている。この排水管１２６の途中には、三方弁１２８が介装され、この三方弁１２８の一つの出口ポートに接続された戻り管１３０を介して、必要に応じて、この薬液（排液）を薬液タンク１２０に戻して再利用できるようになっている。

【００６２】

なお、図示では、一つの薬液タンク１２０のみが図示されているが、前述の洗浄液を保持する第１薬液タンクと前述の処理液（触媒処理液）を保持する第２薬液タンクの２つの薬液タンクが備えられ、この第１薬液タンクまたは第２薬液タンクの一方から、洗浄液または処理液が選択的に噴射ノズル１２４ａに供給されて噴射されるようになっている。

更に、この例では、蓋体１０２の表面（上面）に設けられたノズル板１１２は、例えば純水等のリンス液を供給するリンス液供給源１３２に接続されている。また、外槽１００ａの底面にも、排水管１２７が接続されている。

【００６３】

これにより、基板を保持した処理ヘッド６０を下降させて、処理槽１００の上端開口部を処理ヘッド６０で塞ぐように覆い、この状態で、処理槽１００の内槽１００ｂの内部に配置したノズル板１２４の噴射ノズル１２４ａから薬液、つまり前述の洗浄処理に際して洗浄液を、触媒付与処理に際しては処理液（触媒処理液）を、基板Ｗに向けて噴射することで、基板Ｗの下面（処理面）の全面に亘って薬液を均一に噴射し、しかも薬液の外部への飛散を防止しつつ薬液を排水管１２６から外部に排出できる。

【００６４】

この例によれば、洗浄に使用する洗浄液を、触媒付与に使用する処理液の一つの主成分とすることで、一つの統合ユニット１４で洗浄処理と触媒付与処理をクロスコンタミネーションの懸念を生じさせることなく、行うことができる。

【００６５】

更に、処理ヘッド６０を上昇させ、処理槽１００の上端開口部を蓋体１０２で閉塞した状態で、処理ヘッド６０で保持した基板Ｗに向けて、蓋体１０２の上面に配置したノズル板１１２の噴射ノズル１１２ａからリンス液を噴射することで、基板表面に残った薬液のリンス処理（洗浄処理）を行い、しかもこのリンス液は外槽１００ａと内槽１００ｂの間を通って、排水管１２７を介して排出されるので、内槽１００ｂの内部に流入することが防止され、リンス液が薬液に混ざらないようになっている。

【００６６】

この統合ユニット１４によれば、図４に示すように、処理ヘッド６０を上昇させた状態で、この内部に基板Ｗを挿入して保持し、しかる後、図５に示すように、処理ヘッド６０

を下降させて処理槽１００の上端開口部を覆う位置に位置させる。そして、処理ヘッド６０を回転させて、処理ヘッド６０で保持した基板Ｗを回転させながら、処理槽１００の内部に配置したノズル板１２４の噴射ノズル１２４ａから薬液、すなわち洗浄液または処理液（触媒処理液）を基板Ｗに向けて噴射することで、基板Ｗの全面に亘って薬液を均一に噴射する。また、処理ヘッド６０を上昇させて所定位置で停止させ、図６に示すように、待避位置にあった蓋体１０２を処理槽１００の上端開口部を覆う位置まで移動させる。そして、この状態で、処理ヘッド６０で保持して回転させた基板Ｗに向けて、蓋体１０２の上面に配置したノズル板１１２の噴射ノズル１１２ａからリンス液を噴射する。これにより、基板Ｗの薬液による処理と、リンス液によるリンス処理とを、２つの液体が混ざらないようにしながら行うことができる。

【００６７】

無電解めっきユニット１６を図１１乃至図１５に示す。この無電解めっきユニット１６は、めっき槽２００（図１５参照）と、このめっき槽２００の上方に配置されて基板Ｗを着脱自在に保持する基板ヘッド２０４を有している。

【００６８】

基板ヘッド２０４は、図１１に詳細に示すように、ハウジング部２３０とヘッド部２３２とを有し、このヘッド部２３２は、吸着ヘッド２３４と該吸着ヘッド２３４の周囲を囲繞する基板受け２３６から主に構成されている。そして、ハウジング部２３０の内部には、基板回転用モータ２３８と基板受け駆動用シリンダ２４０が収納され、この基板回転用モータ２３８の出力軸（中空軸）２４２の上端はロータリジョイント２４４に、下端はヘッド部２３２の吸着ヘッド２３４にそれぞれ連結され、基板受け駆動用シリンダ２４０のロッドは、ヘッド部２３２の基板受け２３６に連結されている。更に、ハウジング部２３０の内部には、基板受け２３６の上昇を機械的に規制するストッパ２４６が設けられている。

【００６９】

ここで、吸着ヘッド２３４と基板受け２３６との間には、同様なスプライン構造が採用され、基板受け駆動用シリンダ２４０の作動に伴って基板受け２３６は吸着ヘッド２３４と相対的に上下動するが、基板回転用モータ２３８の駆動によって出力軸２４２が回転すると、この出力軸２４２の回転に伴って、吸着ヘッド２３４と基板受け２３６が一体に回転するように構成されている。

【００７０】

吸着ヘッド２３４の下面周縁部には、図１２乃至図１４に詳細に示すように、下面をシール面として基板Ｗを吸着保持する吸着リング２５０が押えリング２５１を介して取付けられ、この吸着リング２５０の下面に円周方向に連続させて設けた凹状部２５０ａと吸着ヘッド２３４内を延びる真空ライン２５２とが吸着リング２５０に設けた連通孔２５０ｂを介して互いに連通するようになっている。これにより、凹状部２５０ａ内を真空引きすることで、基板Ｗを吸着保持するのであり、このように、小さな幅（径方向）で円周状に真空引きして基板Ｗを保持することで、真空による基板Ｗへの影響（たわみ等）を最小限に抑え、しかも吸着リング２５０をめっき液（処理液）中に浸すことで、基板Ｗの表面（下面）のみならず、エッジについても、全てめっき液に浸すことが可能となる。基板Ｗのリリースは、真空ライン２５２にN_2を供給して行う。

【００７１】

一方、基板受け２３６は、下方に開口した有底円筒状に形成され、その周壁には、基板Ｗを内部に挿入する基板挿入窓２３６ａが設けられ、下端には、内方に突出する円板状の爪部２５４が設けられている。更に、この爪部２５４の上部には、基板Ｗの案内となるテーパ面２５６ａを内周面に有する突起片２５６が備えられている。

【００７２】

これにより、図１２に示すように、基板受け２３６を下降させた状態で、基板Ｗを基板挿入窓２３６ａから基板受け２３６の内部に挿入する。すると、この基板Ｗは、突起片２５６のテーパ面２５６ａに案内され、位置決めされて爪部２５４の上面の所定位置に載置

保持される。この状態で、基板受け２３６を上昇させ、図１３に示すように、この基板受け２３６の爪部２５４上に載置保持した基板Ｗの上面を吸着ヘッド２３４の吸着リング２５０に当接させる。次に、真空ライン２５２を通して吸着リング２５０の凹状部２５０ａを真空引きすることで、基板Ｗの上面の周縁部を該吸着リング２５０の下面にシールしながら基板Ｗを吸着保持する。そして、めっき処理を行う際には、図１４に示すように、基板受け２３６を数ｍｍ下降させ、基板Ｗを爪部２５４から離して、吸着リング２５０のみで吸着保持した状態となす。これにより、基板Ｗの表面（下面）の周縁部が、爪部２５４の存在によってめっきされなくなることを防止することができる。

【００７３】

図１５は、めっき槽２００の詳細を示す。このめっき槽２００は、底部において、めっき液供給管３０８（図１７参照）に接続され、周壁部にめっき液回収溝２６０が設けられている。めっき槽２００の内部には、ここを上方に向かって流れるめっき液の流れを安定させる２枚の整流板２６２，２６４が配置され、更に底部には、めっき槽２００の内部に導入されるめっき液の液温を測定する温度測定器２６６が設置されている。また、めっき槽２００の周壁外周面のめっき槽２００で保持しためっき液の液面よりやや上方に位置して、直径方向のやや斜め上方に向けてめっき槽２００の内部に、ｐＨが６～７．５の中性液からなる停止液、例えば純水を噴射する噴射ノズル２６８が設置されている。これにより、めっき終了後、ヘッド部２３２で保持した基板Ｗをめっき液の液面よりやや上方まで引き上げて一旦停止させ、この状態で、基板Ｗに向けて噴射ノズル２６８から純水（停止液）を噴射して基板Ｗを直ちに冷却し、これによって、基板Ｗに残っためっき液によってめっきが進行してしまうことを防止することができる。

【００７４】

更に、めっき槽２００の上端開口部には、アイドリング時等のめっき処理の行われていない時に、めっき槽２００の上端開口部を閉じて該めっき槽２００からのめっき液の無駄な蒸発を防止するめっき槽カバー２７０が開閉自在に設置されている。

【００７５】

このめっき槽２００は、図１７に示すように、底部において、めっき液貯槽３０２から延び、途中にめっき液供給ポンプ３０４と三方弁３０６とを介装しためっき液供給管３０８に接続されている。これにより、めっき処理中にあっては、めっき槽２００の内部に、この底部からめっき液を供給し、溢れるめっき液をめっき液回収溝２６０からめっき液貯槽３０２へ回収することで、めっき液が循環できるようになっている。また、三方弁３０６の一つの出口ポートには、めっき液貯槽３０２に戻るめっき液戻り管３１２が接続されている。これにより、めっき待機時にあっても、めっき液を循環させることができるようになっており、これによって、めっき液循環系が構成されている。このように、めっき液循環系を介して、めっき液貯槽３０２内のめっき液を常時循環させることにより、単純にめっき液を貯めておく場合に比べてめっき液の濃度の低下率を減少させ、基板Ｗの処理可能数を増大させることができる。

【００７６】

めっき槽２００の底部付近に設けられた温度測定器２６６は、めっき槽２００の内部に導入されるめっき液の液温を測定して、この測定結果を元に、下記のヒータ３１６及び流量計３１８を制御する。

つまり、この例では、別置きのヒータ３１６を使用して昇温させ流量計３１８を通過させた水を熱媒体に使用し、熱交換器３２０をめっき液貯槽３０２内のめっき液中に設置して該めっき液を間接的に加熱する加熱装置３２２と、めっき液貯槽３０２内のめっき液を循環させて攪拌する攪拌ポンプ３２４が備えられている。これは、めっきにあっては、めっき液を高温（約８０℃程度）にして使用することがあり、これと対応するためであり、この方法によれば、インライン・ヒーティング方式に比べ、非常にデリケートなめっき液に不要物等が混入するのを防止することができる。

【００７７】

図１６は、めっき槽２００の側方に付設されている洗浄槽２０２の詳細を示す。この洗

浄槽２０２の底部には、純水等のリンス液を上方に向けて噴射する複数の噴射ノズル２８０がノズル板２８２に取付けられて配置され、このノズル板２８２は、ノズル上下軸２８４の上端に連結されている。更に、このノズル上下軸２８４は、ノズル位置調整用ねじ２８７と該ねじ２８７と螺合するナット２８８との螺合位置を変えることで上下動し、これによって、噴射ノズル２８０と該噴射ノズル２８０の上方に配置される基板Ｗとの距離を最適に調整できるようになっている。

【００７８】

更に、洗浄槽２０２の周壁外周面の噴射ノズル２８０より上方に位置して、直径方向のやや斜め下方に向けて洗浄槽２０２の内部に純水等の洗浄液を噴射して、基板ヘッド２０４のヘッド部２３２の、少なくともめっき液に接液する部分に洗浄液を吹き付けるヘッド洗浄ノズル２８６が設置されている。

【００７９】

この洗浄槽２０２にあっては、基板ヘッド２０４のヘッド部２３２で保持した基板Ｗを洗浄槽２０２内の所定の位置に配置し、噴射ノズル２８０から純水等の洗浄液（リンス液）を噴射して基板Ｗを洗浄（リンス）するのであり、この時、ヘッド洗浄ノズル２８６から純水等の洗浄液を同時に噴射して、基板ヘッド２０４のヘッド部２３２の、少なくともめっき液に接液する部分を該洗浄液で洗浄することで、めっき液に浸された部分に析出物が蓄積してしまうことを防止することができる。

【００８０】

この無電解めっきユニット１６にあっては、基板ヘッド２０４を上昇させた位置で、前述のようにして、基板ヘッド２０４のヘッド部２３２で基板Ｗを吸着保持し、めっき槽２００のめっき液を循環させておく。

そして、めっき処理を行うときには、めっき槽２００のめっき槽カバー２７０を開き、基板ヘッド２０４を回転させながら下降させ、ヘッド部２３２で保持した基板Ｗをめっき槽２００内のめっき液に浸漬させる。

【００８１】

そして、基板Ｗを所定時間めっき液中に浸漬させた後、基板ヘッド２０４を上昇させて、基板Ｗをめっき槽２００内のめっき液から引き上げ、必要に応じて、前述のように、基板Ｗに向けて噴射ノズル２６８から純水（停止液）を噴射して基板Ｗを直ちに冷却し、更に基板ヘッド２０４を上昇させて基板Ｗをめっき槽２００の上方位置まで引き上げて、基板ヘッド２０４の回転を停止させる。

【００８２】

次に、基板ヘッド２０４のヘッド部２３２で基板Ｗを吸着保持したまま、基板ヘッド２０４を洗浄槽２０２の直上方位置に移動させる。そして、基板ヘッド２０４を回転させながら洗浄槽２０２内の所定の位置まで下降させ、噴射ノズル２８０から純水等の洗浄液（リンス液）を噴射して基板Ｗを洗浄（リンス）し、同時に、ヘッド洗浄ノズル２８６から純水等の洗浄液を噴射して、基板ヘッド２０４のヘッド部２３２の、少なくともめっき液に接液する部分を該洗浄液で洗浄する。

【００８３】

この基板Ｗの洗浄が終了した後、基板ヘッド２０４の回転を停止させ、基板ヘッド２０４を上昇させて基板Ｗを洗浄槽２０２の上方位置まで引き上げ、更に基板ヘッド２０４を第２基板搬送ロボット２６との受渡し位置まで移動させ、この第２基板搬送ロボット２６に基板Ｗを受渡して次工程に搬送する。

図１８は、めっき後処理ユニット１８を示す。めっき後処理ユニット１８は、基板Ｗ上のパーティクルや不要物をロール状ブラシで強制的に取り除くようにしたユニットで、基板Ｗの外周部を挟み込んで基板Ｗを保持する複数のローラ４１０と、ローラ４１０で保持した基板Ｗの表面に処理液（２系統）を供給する薬液用ノズル４１２と、基板Ｗの裏面に純水（１系統）を供給する純水用ノズル（図示せず）がそれぞれ備えられている。

【００８４】

これにより、基板Ｗをローラ４１０で保持し、ローラ駆動モータを駆動してローラ４１

０を回転させて基板Ｗを回転させ、同時に薬液用ノズル４１２及び純水ノズルから基板Ｗの表裏面に所定の処理液を供給し、図示しない上下ロールスポンジ（ロール状ブラシ）で基板Ｗを上下から適度な圧力で挟み込んで洗浄するようになっている。なお、ロールスポンジを単独にて回転させることにより、洗浄効果を増大させることもできる。

【００８５】

更に、めっき後処理ユニット１８は、基板Ｗのエッジ（外周部）に当接しながら回転するスポンジ（ＰＦＲ）４１９が備えられ、このスポンジ４１９を基板Ｗのエッジに当てて、ここをスクラブ洗浄するようになっている。

【００８６】

図１９は、乾燥ユニット２０を示す。この乾燥ユニット２０は、先ず化学洗浄及び純水洗浄を行い、しかる後、スピンドル回転により洗浄後の基板Ｗを完全乾燥させるようにしたユニットで、基板Ｗのエッジ部を把持するクランプ機構４２０を備えた基板ステージ４２２と、このクランプ機構４２０の開閉を行う基板着脱用昇降プレート４２４を有している。この基板ステージ４２２は、スピンドル回転用モータ４２６の駆動に伴って高速回転するスピンドル４２８の上端に連結されている。

【００８７】

更に、クランプ機構４２０で把持した基板Ｗの上面側に位置して、超音波発振器により特殊ノズルを通過する際に超音波を伝達して洗浄効果を高めた純水を供給するメガジェットノズル４３０と、回転可能なペンシル型洗浄スポンジ４３２が、旋回アーム４３４の自由端側に取付けられて配置されている。これにより、基板Ｗをクランプ機構４２０で把持して回転させ、旋回アーム４３４を旋回させながら、メガジェットノズル４３０から純水を洗浄スポンジ４３２に向けて供給しつつ、基板Ｗの表面に洗浄スポンジ４３２を擦り付けることで、基板Ｗの表面を洗浄するようになっている。なお、基板Ｗの裏面側にも、純水を供給する洗浄ノズル（図示せず）が備えられ、この洗浄ノズルから噴射される純水で基板Ｗの裏面も同時に洗浄される。

そして、このようにして洗浄した基板Ｗは、スピンドル４２８を高速回転させることでスピン乾燥させられる。

【００８８】

また、クランプ機構４２０で把持した基板Ｗの周囲を囲繞して処理液の飛散を防止する洗浄カップ４３６が備えられ、この洗浄カップ４３６は、洗浄カップ昇降用シリンダ４３８の作動に伴って昇降するようになっている。

なお、この乾燥ユニット２０にキャビテーションを利用したキャビジェット機能も搭載するようにしてもよい。

【００８９】

図２０は、本発明の他の実施の形態の基板処理装置を示す。この基板処理装置の前述の図２に示す基板処理装置と異なる点は、２基の統合ユニット（洗浄兼触媒付与ユニット）１４のうちの一方を第１ＣＭＰユニット３０ａに、２基の無電解めっきユニット１６の一方を第２ＣＭＰユニット３０ｂにそれぞれ置換ている。そして、ロード・アンロードユニット１０に、図１（ｂ）に示す、コンタクトホール３及び配線溝４内、絶縁膜２上に配線材料の銅層７を堆積させた基板Ｗを収容した基板カセットを載置収容するようにしている。その他の構成は、図２に示す例とほぼ同様である。

【００９０】

次に、この基板処理装置による一連の基板処理（無電解めっき処理）について、図２１を参照して説明する。

先ず、図１（ｂ）に示す、表面に銅層７を形成し乾燥させた基板Ｗを、該基板Ｗの表面を上向き（フェースアップ）で収納してロード・アンロードユニット１０に搭載した基板カセットから、１枚の基板Ｗを第１基板搬送ロボット２４で取出し、仮置台２２に搬送してこの上に置く。そして、仮置台２２上の基板Ｗを第２基板搬送ロボット２６で第１ＣＭＰユニット３０ａに搬送する。この第１ＣＭＰユニット３０ａでは、基板Ｗをフェースダウンで保持して、基板Ｗを回転させながら、回転中の研磨面に所定の押圧力で押圧し、同

時に研磨面に研磨液を供給して、基板Ｗの表面の余剰な配線材料の銅層７を主に研磨除去する。つまり、図１（ｂ）に示す、バリア層５の表面を露出させ、この時点で第１ＣＭＰユニット３０ａによる研磨を終了する。

【００９１】

そして、必要に応じて、基板Ｗの表面を純水でリンス（洗浄）した後、基板Ｗを第２基板搬送ロボット２６で第２ＣＭＰユニット３０ｂに搬送する。この第２ＣＭＰユニット３０ｂでは、前述の第１ＣＭＰユニット３０ａとほぼ同様にして、絶縁膜２上のバリア層５を主に研磨除去し、コンタクトホール３及び配線溝４内に充填させた銅層７の表面と絶縁膜２の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図１（ｃ）に示すように、絶縁膜２の内部にシード層６と銅層７からなる配線（銅配線）８を形成する。

【００９２】

この配線８を形成した基板Ｗを、前述の図２に示す基板処理装置とほぼ同様に、第２基板搬送ロボット２６で統合ユニット１４に搬送し、この統合ユニット１４で、基板Ｗをフェースダウンで保持して、この表面に、ＣＭＰの後処理（またはめっき前処理）としての洗浄を行う。つまり、基板Ｗの表面に、前述と同様な、カルボキシル基を有する有機酸（第１キレート剤）の水溶液に、界面活性剤と、必要に応じてカルボキシル基以外の基を有する第２キレート剤を添加した組成の洗浄液（薬品）による洗浄処理を行う。これによって、配線８上の酸化物等をエッチング除去して配線８の表面を活性化させ、同時に基板Ｗの表面に残ったＣＭＰ残渣を除去する。

その後の処理は、前述の図２に示す例とほぼ同様であるので、ここではその説明を省略する。

【００９３】

この例によれば、統合ユニット１４を、ＣＭＰユニット３０ａ，３０ｂと無電解めっきユニット１６を内部に設置した装置フレーム１２内に設置することで、ＣＭＰ後の後処理（洗浄）を行う後処理ユニット（洗浄ユニット）を省くことができる。

【図面の簡単な説明】

【００９４】

【図１】無電解めっきによって配線保護膜を形成した状態を示す断面図である。

【図２】本発明の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。

【図３】図２に示す基板処理装置によって本発明の実施の形態の基板処理方法を行うプロセスフロー図である。

【図４】統合ユニットの基板受渡し時における正面図である。

【図５】統合ユニットの薬液処理時における正面図である。

【図６】統合ユニットのリンス時における正面図である。

【図７】統合ユニットの基板受渡し時における処理ヘッドを示す断面図である。

【図８】図７のＡ部拡大図である。

【図９】統合ユニットの基板固定時における図８相当図である。

【図１０】統合ユニットの系統図である。

【図１１】無電解めっきユニットの基板受渡し時における基板ヘッドを示す断面図である。

【図１２】図１１のＢ部拡大図である。

【図１３】無電解めっきユニットの基板固定時における基板ヘッドを示す図１２相当図である。

【図１４】無電解めっきユニットのめっき処理時における基板ヘッドを示す図１２相当図である。

【図１５】無電解めっきユニットのめっき槽カバーを閉じた時のめっき槽を示す一部切断の正面図である。

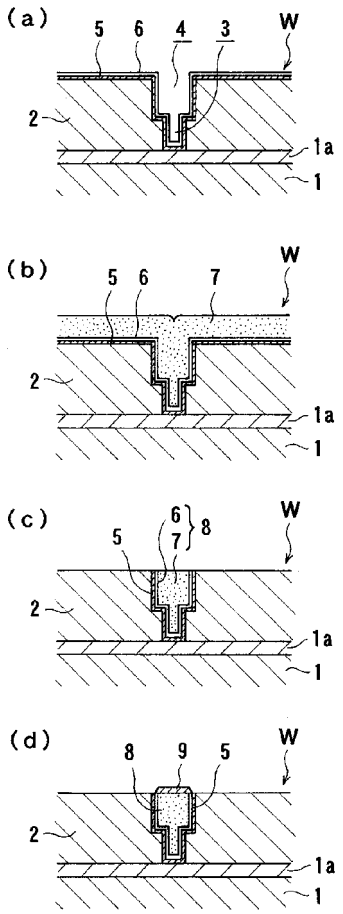
【図１６】無電解めっきユニットの洗浄槽を示す断面図である。

【図１７】無電解めっきユニットの系統図である。

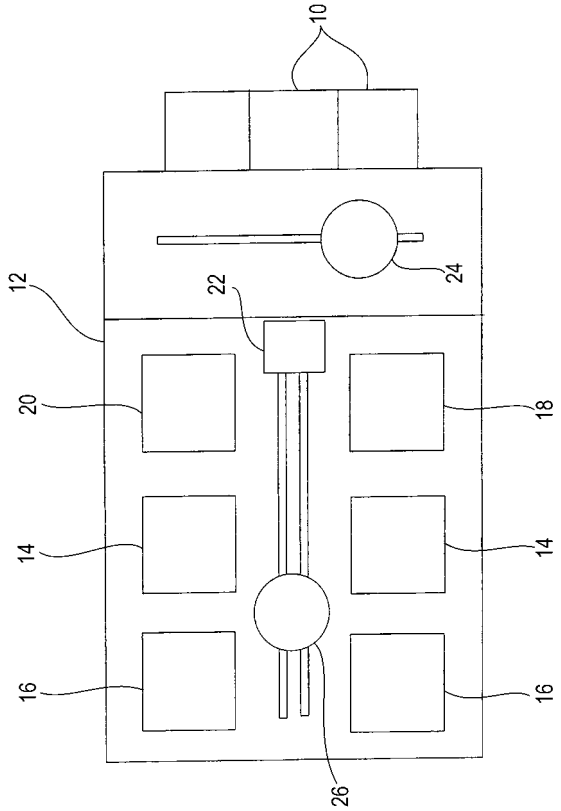
【図１８】後処理ユニットを示す平面図である。

【図１９】乾燥ユニットを示す縦断正面図である。
【図２０】本発明の他の実施の形態における基板処理装置の平面配置図である。
【図２１】図２０に示す基板処理装置によって本発明の他の実施の形態の基板処理方法を行うプロセスフロー図である。
【符号の説明】
【００９５】
８　配線
９　配線保護膜
１０　ロード・アンロードユニット
１２　装置フレーム
１４　統合ユニット（洗浄兼触媒付与ユニット）
１６　無電解めっきユニット
１８　後処理ユニット
２０　乾燥ユニット
２２　仮置台
２４，２６　基板搬送ロボット
３０ａ，３０ｂ　ＣＭＰユニット
５８　基板ホルダ
６０　処理ヘッド
１００　処理槽
２００　めっき槽
２０２　洗浄槽
２０４　基板ヘッド
２３０　ハウジング部
２３２　ヘッド部
２３４　吸着ヘッド
４２０　クランプ機構
４２２　基板ステージ

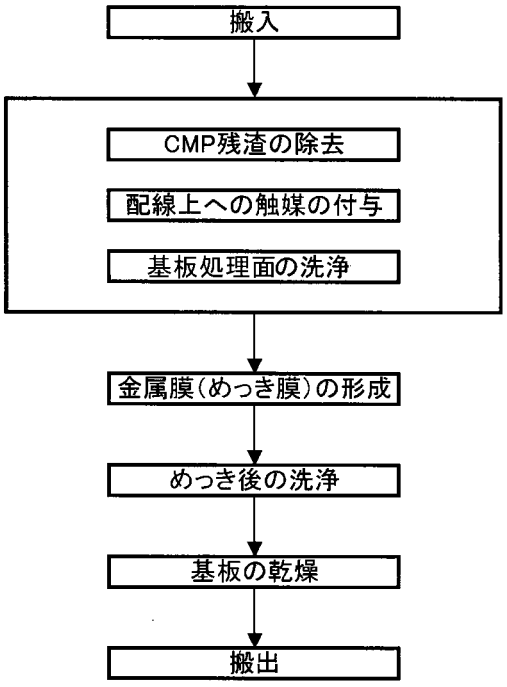
【図１】


(a)
5
6
4
3
W
2
1a
1
(b)
5
6
7
W
2
1a
1
(c)
6
7
8
5
W
2
1a
1
(d)
8
9
5
W
2
1a
1

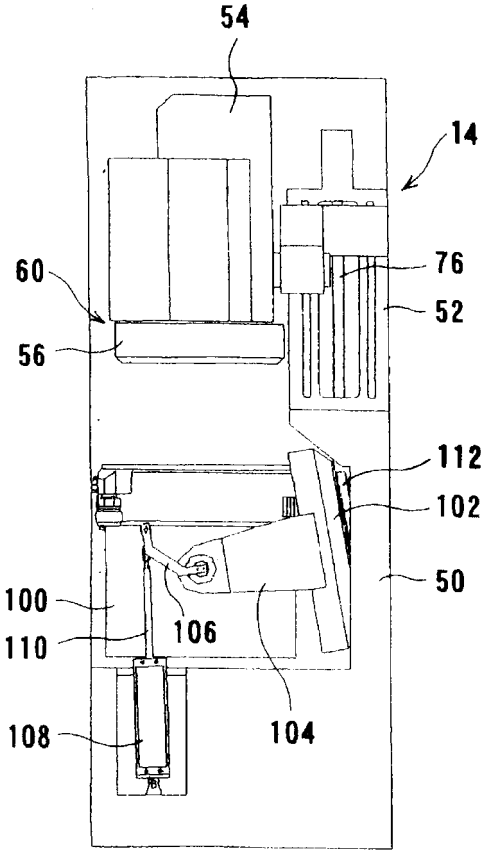
【図２】


10
12
22
24
20
18
14
14
16
16
26

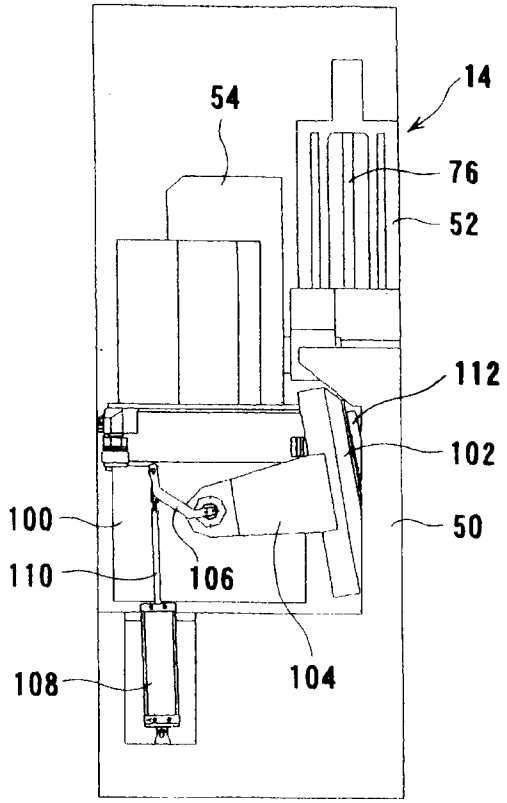
【図３】


搬入
CMP残渣の除去
配線上への触媒の付与
基板処理面の洗浄
金属膜(めっき膜)の形成
めっき後の洗浄
基板の乾燥
搬出

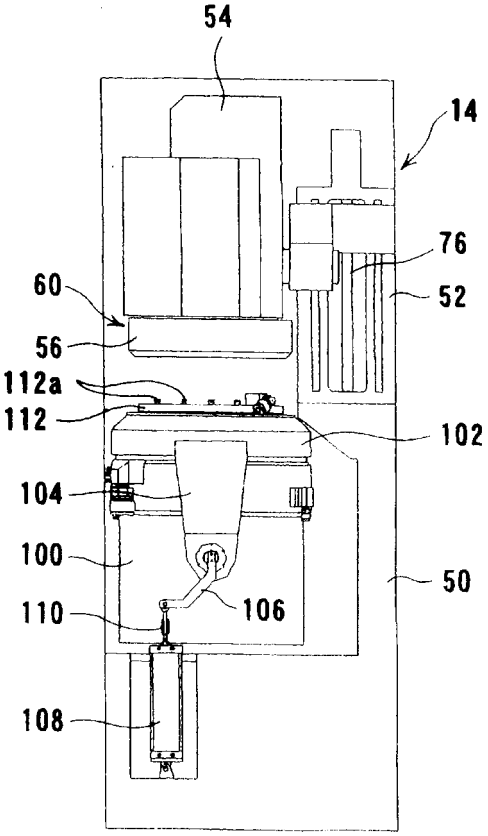
【図４】


54
14
60
76
52
56
112
102
50
100
106
110
104
108

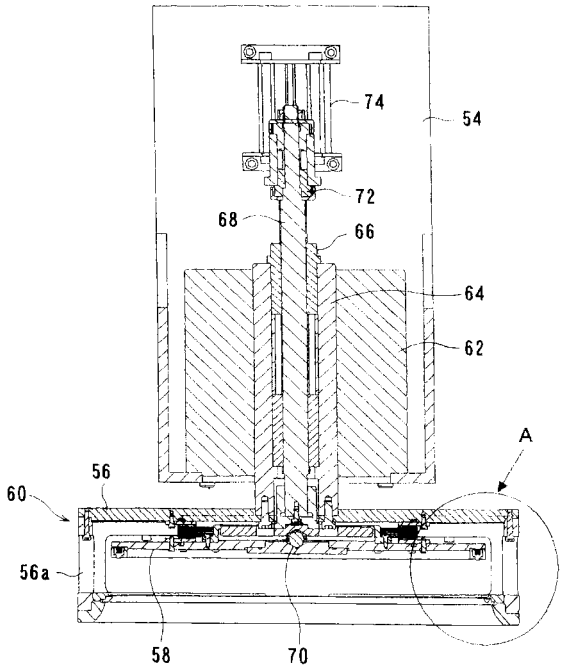
【図５】


54
14
76
52
112
102
100
50
110
106
108
104

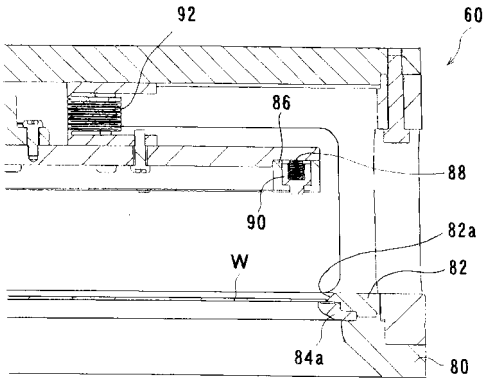
【図６】


54
14
76
52
60
56
112a
112
102
104
100
50
110
106
108

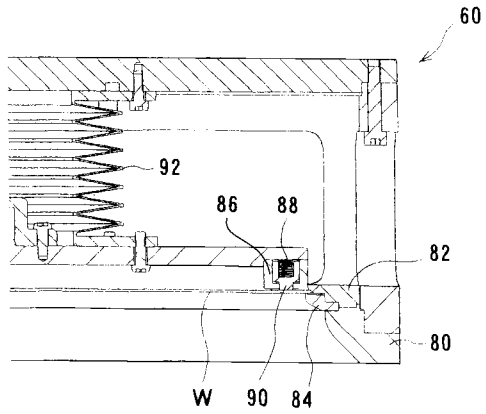
【図７】


74
54
72
68
66
64
62
A
56
60
56a
58
70

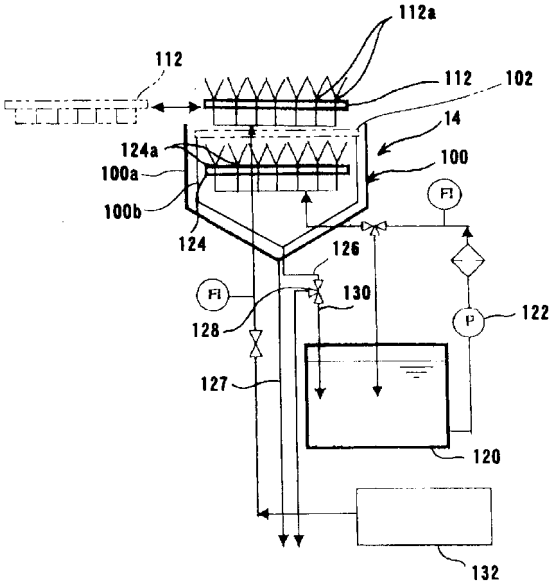
【図８】


92
60
86
88
90
82a
W
82
84a
80

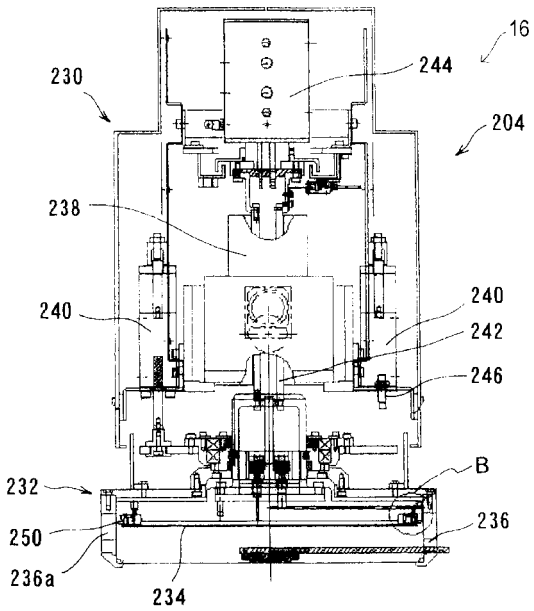
【図９】



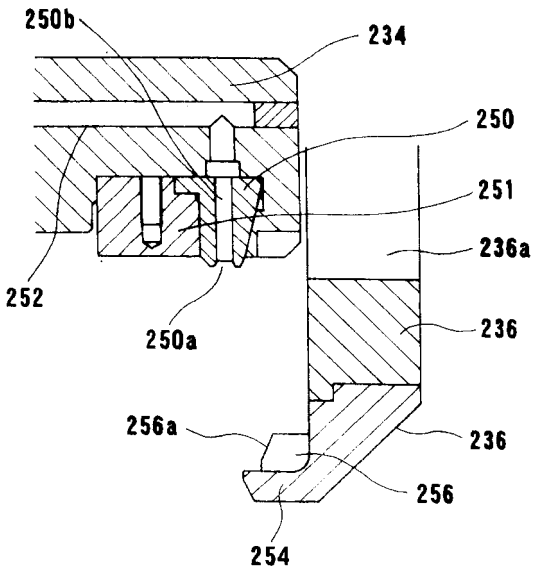
【図１０】



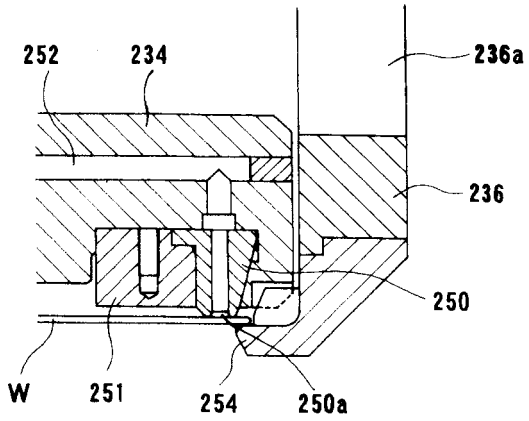
【図１１】



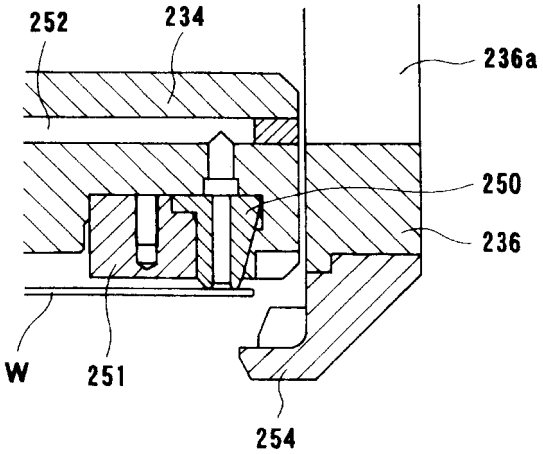
【図１２】



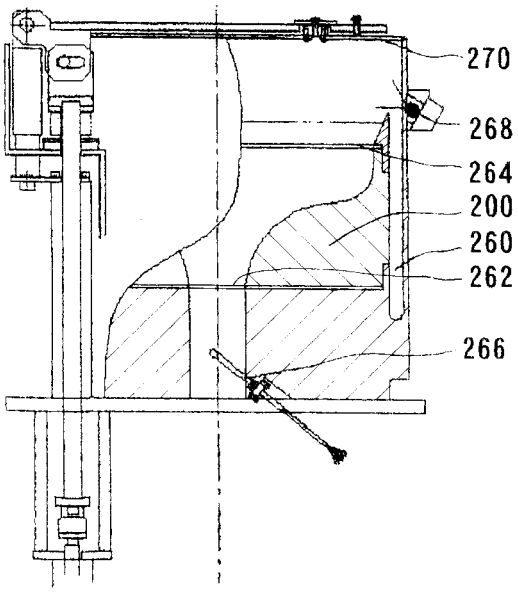
【図１３】



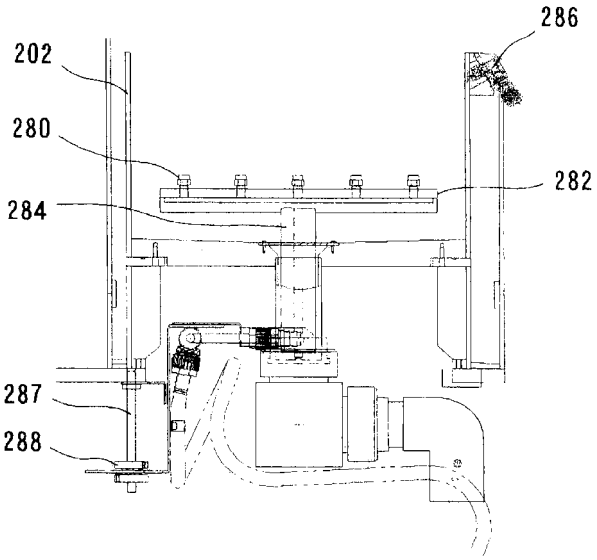
【図１４】



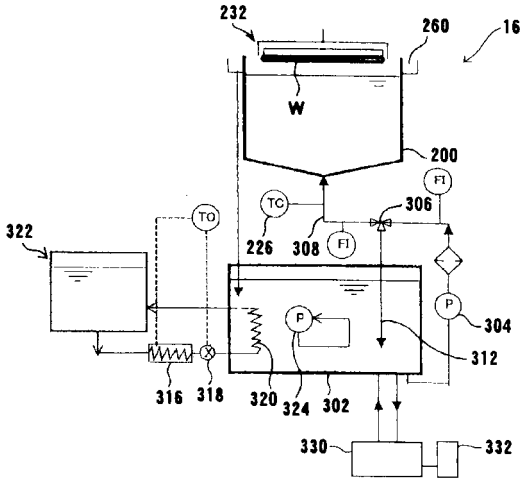
【図１５】



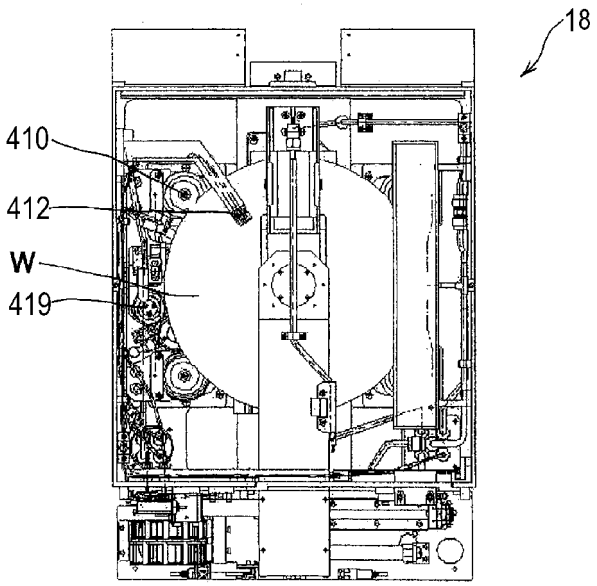
【図１６】



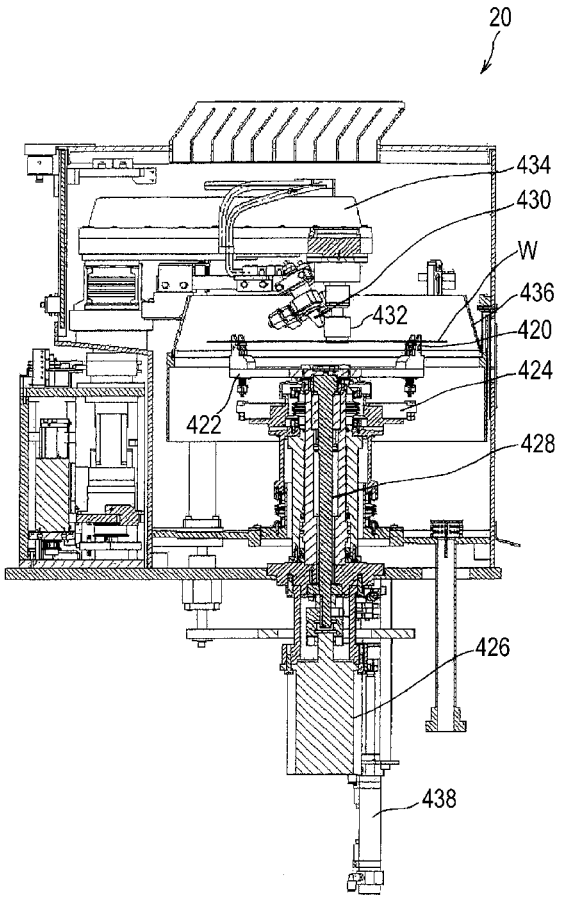
【図１７】



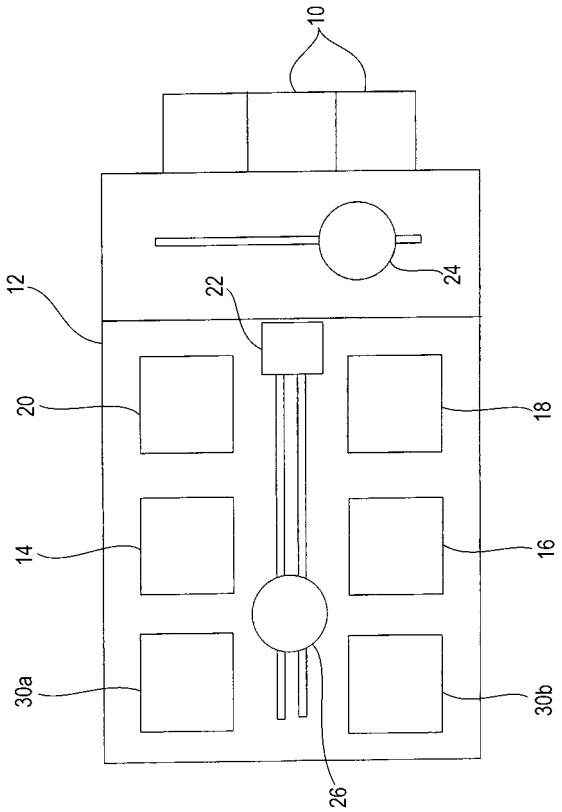
【図１８】



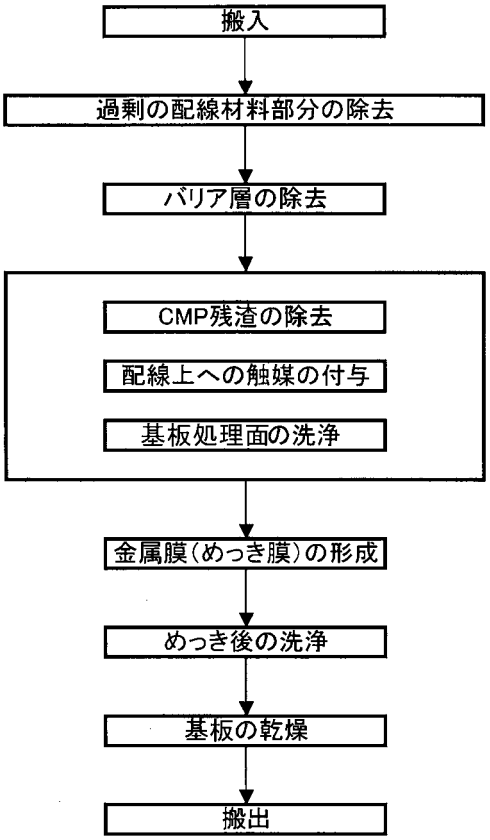
【図１９】



【図２０】



【図２１】


搬入
過剰の配線材料部分の除去
バリア層の除去
CMP残渣の除去
配線上への触媒の付与
基板処理面の洗浄
金属膜（めっき膜）の形成
めっき後の洗浄
基板の乾燥
搬出

フロントページの続き

(72)発明者　王　新明
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内
(72)発明者　高木　大輔
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内
(72)発明者　田代　昭彦
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内
(72)発明者　福永　由紀夫
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内
(72)発明者　福永　明
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内
(72)発明者　尾渡　晃
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内

Ｆターム(参考)　4K022 AA05 AA37 AA41 BA01 BA04 BA06 BA08 BA14 BA16 BA24
BA31 BA32 BA35 CA06 CA15 CA16 CA21 CA22 CA23 DA01
DB15 DB18
4M104 BB32 DD23 DD53 DD75 FF13 FF22 HH01 HH04
5F033 HH11 HH12 HH14 HH31 JJ11 JJ12 JJ14 MM02 MM08 MM11
MM12 MM13 NN06 NN07 PP28 QQ48 QQ91 VV16 XX00 XX05
XX20 XX28 XX34